©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Vulkanische Tuffe im Jungtertiär am Ostalpenrande

Von

W. Petrascheck (Leoben)

korr. Mitglied d. Akad. d. Wiss.

(Mit 2 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 17. Oktober 1940)

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat es sich in zunehmendem Maße gezeigt, daß rings um das Pannonische Becken im Jungtertiär vulkanische Tuffe eingelagert sind. Am längsten kennt man sie aus Rumänien, und zwar aus dem Regat, wie aus Siebenbürgen, wo sie teilweise unter dem Namen Palla gehen. Hier hat man in neuester Zeit auch gelernt, diese Tuffe als stratigraphische Leitschichten für eine schärfere Abgrenzung jungtertiärer Schichtenkomplexe zu verwenden.

Als ich im Vorlande der Nordkarpathen ähnliche Tuffe fand (über die Verbreitung vgl. 11, II, p. 367) und als sich zeigen ließ (9, p. 935), daß sie im Salzgebirge von Bochnia, aber auch an der Basis des Miozäns in Verbindung mit den Konglomeraten von Truskawiec auftreten, verwies ich bereits auf die Möglichkeiten, welche diese Tuffe für die Gliederung und Tektonik im Jungtertiär des Karpathenvorlandes bieten. Seitdem haben die Forschungen von M. Kamienski dargetan, daß solche Tuffe im Jungtertiär des ehemaligen Galizien eine sehr weite Verbreitung besitzen. Kamienski wies nicht nur eine Reihe ostgalizischer Fundorte solcher Tuffe nach, er erörterte auch ihre petrographischen Eigentümlichkeiten und zeigte schließlich (3), daß auch Bentonite sich dabei vorfinden. Bemerkt sei hier, daß die Tuffe, die von Bukowski (unveröffentlicht) und ich (12, p. 80) im autochthonen Alttertiär der benachbarten Karpathen aufgefunden haben, von jenen des Miozäns im Vorlande sich petrographisch unterscheiden, während diese letzteren nach Kamienski (3, p. 48) einen Gesteinstyp mit unwesentlicheren Unterschieden darstellen.

Von Oderberg bis an den Fuß des Rosaliengebirges ist einstweilen noch eine Lücke in dem Gürtel dieser Tuffgesteine. Die

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Andesitgänge von Banov sowie der durch H. v. Böckh (unveröffentlicht, vgl. 10, p. 258) entdeckte, aber anscheinend wieder in Vergessenheit geratene Rhyolithgang im Sarmat von Petersdorf unweit Gbely (Egbell) bei Lundenburg lassen gerade für diesen Raum die Auffindung von Tuffen wahrscheinlich erscheinen.

Am Ostalpenrande außerhalb der Drau—Save-Falten und außerhalb des Eruptivgebirges von Gleichenberg rührt der erste Hinweis in der Literatur auf Eruptivtuffe her von Stutzer, der in der Leobener Braunkohle Andesittuffeinlagerungen erkannte. Marchet (4) machte die bemerkenswerte Feststellung, daß dieser Tuff eher zu den Andesiten der Save-Falten, als zu jenen von Gleichenberg Beziehungen aufweist. Von den Erfahrungen in den Save-Falten gingen auch meine Ermittlungen aus, diese liegen zwar schon lange zurück, da sie aber immer nur in Zusammenhang mit anderen Reisen durchgeführt wurde, stellen sie keine systematische Bearbeitung des Problems dar. Immerhin hat sich gezeigt, daß diese Tuffe recht verbreitet sind, nur wurden sie meist verkannt und für Mergel, Ton oder auch Sand gehalten.

Drau—Save-Falten.

Aus den Untersuchungen von Bittner und von Teller weiß man, daß in den Save-Falten die Andesiteruptionen in das ältere Miozän fallen. Daß sie schon Vorläufer in oligozänen Andesittuffen haben, wurde neuerlich an anderem Orte gezeigt. Die Tuffe des Smrekouc, der Tuffsandstein von Gouze sind stratigraphische Begriffe im Gebiete der Save-Falten. Im Kalnikgebirge kann man etwa 1000 *m* über den Andesittuffen und wegen der steirischen Diskordanz in verschiedenem Abstand unter dem Leithakalk meilenweit Rhyolithtuffe als dünnes Lager verfolgen. In analoger Weise kann man in der Gegend zwischen Cilli und Rohitsch wiederholt im Bereich der marinen Mergel „*mm*" der geologischen Karten überaus feinkörnige bis dichte, weiße Dazittuffe bemerken. Auch wenn sie in Weinberggelände in ansehnlicher Breite gut sichtbar zutage ausstreichen, wurden sie nicht von den Mergeln unterschieden. Leicht zugänglich sind diese Gesteine in der Nachbarschaft von St. Georgen an der Südbahn, wo sie immer im Hangenden der Andesittuffe und im Liegenden des Leithakalkes auftreten. Örtlich wurden im Bereich der Tuffite graue oder auch weiße Smektite erschürft. Übergänge in Dazit mit stark zersetzten Feldspaten, gelegentlich verkieselt, sind vorhanden. Bei Ogreuz verzeichnet Dreger's geologische Karte (Blatt Rohitsch) Hornfelstrachyt, der ebenfalls zu den verkieselten

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Daziten gehört. Unter dem Mikroskop zeigen diese Tuffe kleine Glassplitter.

Dazittuffe und Intrusionen von Dazit sind durch Heritsch, Kieslinger und A. Winkler (15) aus der Gegend von Saldenhofen an der Drau bekanntgeworden. Das untermiozäne Alter der Ausbrüche wird von Winkler dargelegt.

Windische Bühel.

Ein anderes Vorkommen dichter, weißer Tuffite ist in Marburg beim Stadtpark im Hangenden der Konglomerate der Eibiswalder Schichten und unter den als Helvet bezeichneten Schliermergeln sichtbar. Auch dieses Vorkommen scheint ziemlich ausgedehnt zu sein. Obwohl ich es schon sehr lange kenne, vermied ich wegen der Nähe der Staatsgrenze, es weiter zu verfolgen. In einem feinkörnigen, doppelbrechenden, Grundgewebe liegen kleinste Muskovitschüppchen und gekrümmte Glassplitter. Kürzlich erwähnte Winkler-Hermaden (19, Taf. 2, u. 16, p. 93) ein Lager von Tuffit aus dem oberen Helvet der Windischen Bühel. Es ist unzweifelhaft, daß es in jüngeren Schichten als der Tuffit von Marburg liegt, von dem es sich auch durch reichlichen Biotit unterscheidet.

Bei Stainz steht Tuffit in größerer Ausdehnung nördlich des Marktes an. Grunder Schichten mit *Ostrea crassissima* kommen unter ihm zum Vorschein. Der Tuffit ist im bergfeuchten Zustande ein lichtgraues, toniges, brüchiges Gestein, das mit dem Messer schneidbar ist. Beim Austrocknen erhärtet er. Man kann auf solche Art formbeständige Werkstücke vom Raumgewicht 1·38 herstellen.

Unter dem Mikroskop erkennt man noch die Umrisse vertonter Glassplitter und Sphaerulithe, sonst reichlich Muskovit. Um auf chemischem Wege einen Maßstab für den Montmorrollonitgehalt derartiger Tongesteine zu erhalten, entwickelte Dr. Frank Schwarz im Laboratorium des geologischen Instituts seine Pufferungsmethode, die übereinstimmend mit anderen Kennzahlen (vor allem Wassergehalt) anzeigt, daß der Montmorillonitgehalt des Tuffits von Stainz wesentlich unter jenem der gleich zu besprechenden Bentonite liegt. [1]

Ein hydrolysierter Tuff ist auch die in Kreisen von Schürfern ziemlich bekannte Walkerde von Brudersegg bei Fresing im Sausal.

---

[1] 10 *g* Tuffit von Stainz brauchen bei Verwendung von 25 cm^3 0·5 norm. KOH und Bromphenolblau 53·5 cm^3 0·10 norm. HCl, gegen 46·1 cm^3 0·10 norm. HCl beim Bentonit von Talheim bei Friedberg.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Sie zeigt in einer dichten, tonigen Grundmasse richtungslos verstreut, zahlreiche, im Handstück tiefschwarze, unter dem Mikroskop grüne Biotiteinsprenglinge, sowie die Umrisse vertonter Feldspate. Ich habe das Vorkommen nicht selbst aufgesucht. Herrn Dr. Metz, der es über meinen Wunsch aufsuchte, verdanke ich die Mitteilung, daß es auf einem Bergrücken, rings von den Schiefern des Sausal umgeben, ansteht, ohne jeden Zusammenhang mit tertiären Ablagerungen. Das Vorkommen ist überaus beschränkt.

Oststeiermark.

In weiter Ausdehnung ist ein Lager von Bentonit, Typus II, in der Gegend von Friedberg entwickelt. Man kann es in wechselnder, bis 2 *m* Dicke erreichender Mächtigkeit von Pinggau gegen West bis an den Lafnitzbach bei Rohrbach und gegen Süd in der Richtung auf Pinkafeld verfolgen. Vor etwa 20 Jahren wurde der Tuff zuerst dicht bei Pinggau in einem Stollen aufgemacht, um als feuerfester Ton auf den Markt gebracht zu werden. Es war ein feinerdiger Tuff mit sparsamen, winzigen, frischen Biotitblättchen oder mit reichlicheren, gebleichten Biotiten. Winkler-Hermaden (17), der noch ein zweites, von mir bis jetzt noch nicht besichtigtes Vorkommen bei Aschau im Burgenlande nachwies, glaubt an vulkanische Durchbrüche. Cornelius bestimmte das Gestein von Aschau als Glimmerandesit. Der von Cornelius aus dem Gestein von Aschau beschriebene, nach der *c*-Achse säulenförmig entwickelte Glimmer, der übrigens habituell dem Leverrierit paläozoischer Tonsteine entspricht, ist auch im Tuff von Pinggau vorhanden. Der Stollen von Pinggau gab nur mangelhaften Einblick in die Lagerungsverhältnisse, die man am vollkommensten in dem Steilufer des Lafnitzbaches bei Rohrbach überblicken kann. Der Tuff tritt im Bereich der Schotter und Sande auf, die am Fuß des Gebirges direkt am Kristallin liegend, von Mohr als Friedberger Schichten bezeichnet und von Winkler-Hermaden (14) zum Jungmediterran gerechnet werden.[1] Ein grünlicher Sand bildet das Liegende. Der untere Teil des Bentonitlagers ist licht rötlich (Mangangehalt) gefärbt, der obere weißlich, durchsetzt von Klüften mit schwarzem Manganbelag. Die Grenze beider Lagen ist scharf, zum Teil

[1] Fossilfunde am Hochstraß waren für Winkler für die genannte Altersbestimmung maßgebend. Später (18) ändert er das für die Hauptmasse der groben und südwestlich Friedberg liegenden Schotter wieder ab in höherpannonisch. Da auch in den Rutschungen an der Bahn bei Haideggendorf der Bentonit zum Vorschein kommt, liegt kein Anlaß zu dieser Unterscheidung vor.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

folgt ihr eine Sandlage. Örtlich und schichtweise ist der Bentonit sandig. An der Sohle des Tonlagers sieht man oft Sand und Ton unregelmäßig ineinander eingreifen, wobei ganz das Bild der Brodelböden zustande kommt. Es soll aber durch den Vergleich kein Schluß auf analoge Entstehung angedeutet werden. Nie gelang es in dem Sand oder dem Ton ein Fossil zu finden, obwohl hunderte Meter von Stollen getrieben und größere Bentonitmengen abgebaut wurden. Bei Rohrbach legt sich fossilführendes Sarmat auf die Sande und Schotter, welche das Bentonitlager einschließen. Unter dem Bentonitlager führen die Friedberger Schichten große Blöcke, die über ihm nicht anzutreffen waren.

Eine von der keramischen Industrie zur Verfügung gestellte Analyse des Tuffs von Pinggau zeigt:

Glühverlust	11·84%
Kieselsäure	50·02
Eisenoxyd	1·83
Tonerde	33·90
Titanoxyd	0·28
Magnesia	0·14
Calciumoxyd	0·45
Alkalien.....	nicht bestimmt
	98·46%
Tonerde handelsüblich...	34·18%

Nach den erwähnten Erprobungen von Frank Schwarz hat der Tuff von Pinggau Montmorillonit neben reichlichem Kaolin, während der Bentonit von Talberg ganz vorwiegend aus Montmorillonit besteht. An manchen Örtlichkeiten ist der Bentonit ein reines Montmorillonitgestein.

Unter dem Mikroskop wird die Tuffabstammung des Bentonits erkennbar an sehr sparsamen, gebleichten Biotiten und an rechteckigen, in der sehr schwach doppelbrechenden, tonigen Grundmasse eingebetteten, auf Feldspate zurückzuführenden Querschnitten, die zwar ebenfalls aus feinstem Tonaggregat bestehen, aber einen helleren, doppelbrechenden Saum aufweisen. Einzelne Stücke zeigen auch sparsam die leverrieritähnlichen Kristalle.

Manche der Bentonite des Gebietes lassen sich durch Schlämmen in ein an Menge überwiegendes Feinkorn und ein auf einem 6400-Maschen-Sieb zurückbleibendes Grobkorn zerlegen. Die Menge des letzteren ist in dem roten, unteren Teil des Lagers etwas größer als in dem weißen, oberen Teil. Das Grobkorn besitzt den kleineren Montmorillonitgehalt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wenngleich mitunter auch grober Sand im Bentonit eingelagert vorkommt, so gelang es mir doch nie, Brocken von tertiärem Eruptivgestein darin aufzufinden. Nur zweimal, einmal bei Pinggau und einmal bei Talberg fand ich beim Ausgehenden des Lagers je einen kleinen Brocken eines rötlichen, andesitischen Gesteins mit kaolinisierten Feldspaten.

Wenn auch nicht zur Oststeiermark gehörend, möge hier auch noch die Walkerde von Rein bei Gratwein erwähnt werden. Auch diese ist ein Bentonit, der chemisch und mikroskopisch weitgehende Ähnlichkeit mit den soeben beschriebenen Bentoniten aufweist. Das eigenartige, fleckige Aussehen dieses vertonten Tuffs ist darauf zurückzuführen, daß er als Wurzelboden eines Kohlenflözes auftritt (vgl. 11, Bd. I, p. 220). Im Gegensatz zu diesen gänzlich vertonten Tuffen steht der Tuff der Kohle von Leoben, der mitunter als grober Sand erscheint, mit kaum veränderten Plagioklasen und wenig zersetztem Biotit.

Die Manuskriptkarten der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Blatt Hartberg—Pinkafeld, aufgenommen von V. Hilber, zeigen in Drumling und bei Vorau das Vorkommen von „Tuff". In der Literatur scheint Hilber nichts darüber erwähnt zu haben. Das Vorauer Vorkommen konnte ich bisher nicht aufsuchen. Der „Tuff" von Drumling ist in Wirklichkeit ein dünnbankiger, weißlicher Kalksandstein, mit Mergel wechsellagernd. Er hat einen ansehnlichen Magnesiagehalt, was das schwache Aufbrausen mit Salzsäure erklärt. Unter dem Mikroskop erkennt man zahlreiche, kantige Quarze und andere Mineralsplitter von Karbonatzement verkittet. Zum Teil besteht der sandige Kalk aus einer Menge sehr kleiner, dichter, steiniger Kalkklümpchen, die durch feinkristallines Karbonatzement verkittet sind. Diese Klümpchen dürften Kalkalgen sein, wenn sie auch keine organischen Strukturen mehr erkennen lassen. Dafür spricht unter anderem, daß der Kalk mitunter nur eine dünne Kruste um Quarzkörner bildet. Dünne Muschelschalen sind unter dem Mikroskop gleichfalls sichtbar. Fossilien vermochte ich in den spärlichen Aufschlüssen nicht zu finden. Als Tuff ist das Vorkommen zu streichen.

Ödenburger Pforte.

Nördlich des Wechsels fand ich in den helvetischen Süßwasserschichten bisher nur einen zentimeterdicken Streifen von Bentonit, Typ II, bei Ofenbach unweit Frohsdorf. A. Vendl gelang der Nachweis eines ebensolchen Streifens im Leithakalk unweit Ödenburg.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Rhyolithaschen in der Umgebung des Wechsels.

In den Kohlenflözen von Hart bei Gloggnitz (11, p. 178), von Ratten in der Waldheimat und von Tauchen bei Pinkafeld im Burgenland kommen bis zu 5 *m* dicke Einlagerungen von feinen, zum Teil mehlfeinen Sanden vor, die mitunter zu Sandstein leicht verfestigt sind. Diese Sande bestehen geradezu ausschließlich aus vulkanischem Glas. Um die Identität der drei Vorkommen zu erweisen, ermittelte Dr. Siegl im geologischen Institut der Leobener Hochschule die Lichtbrechung, die er bei jedem mit 1·4965 feststellte, das entspricht dem Mittelwert der Obsidian- und Rhyolithgläser.

Überdies wurden von Dr. Siegl zwei Bauschanalysen durchgeführt, und zwar vom Rohsand von Tauchen sowohl wie von dem ausgewaschenen, reinen Glase. Da der Tauchener Sand inkohlte Pflanzenreste führt, war es denkbar, daß sein Tongehalt teilweise einsedimentiert ist. Die Analysen weisen einen so kleinen Unterschied im Tonerdegehalt auf und unterscheiden sich wesentlich nur in den Alkalien, so daß der Tongehalt eher als Zersetzungsprodukt des Glases zu deuten ist.

	Bauschanalyse	ausgewaschenes Glas
SiO_2	71·60	72·21
Al_2O_3	13·63	13·13
Fe_2O_3 [1]	1·32	1·36
MnO	0·04	— (n. best.)
CaO	1·01	0·87
Na_2O	2·24	2·70
K_2O	3·69	4·17
H_2O+	6·17	5·72
H_2O-	0·62	0·63
	100·28	100·79

Die Analyse zeigt, daß das Glas einem Liparit nahekommt. Unter den circumpannonischen Tuffen ist die von Kamienski (2) mitgeteilte Analyse des Tuffs von Krasna bei Nadworna die nächststehende. Sie fällt deutlich heraus aus den meist dazitischen Tuffen Galiziens. Der Chemismus der Gleichenberger Eruptivgesteine ist von Marchet (5) einer neuen Untersuchung unterzogen worden. Der Liparit des Schaufelgrabens bei Gleichenberg kommt unseren Gläsern ziemlich nahe. Als Rhyolithasche wird man die Mehlsande der Kohlenlager bezeichnen können.

[1] Es ist anzunehmen, daß die Hauptmenge des Eisens in der Ferroform vorliegt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Das Auftreten der Aschen in den genannten drei Kohlenflözen beweist ihre Gleichaltrigkeit. Für die Flöze von Hart und Ratten kann diese unter anderem auch aus dem schichtweisen Auftreten von Osmundaceen-Rhizomen gefolgert werden, welche Rhizome in Tauchen bisher nicht gefunden wurden. Im Hangenden der Kohle von Tauchen fanden sich Cerithien des Helvet. Wenn Winkler's frühere Altersbestimmung zutrifft, ist der dem Andesittuff näherstehende Bentonit der Friedberger Schichten jünger als das Rhyolithglas der Kohle. Ebenso dürfen die angeführten drei Kohlenflöze nicht mehr als altersgleich mit jenem von Leoben gelten.

Die beigefügten Abbildungen zeigen das Glas im Dünnschliff oder im Streupräparat. Das Glas, das zur Zeit in Ratten aufgeschlossen ist, hat auffallend größeres Korn als die anderen Örtlichkeiten. Auch Quarz ist ihm ein wenig reichlicher einsedimentiert. Als jedoch vor etwa 20 Jahren dasselbe Flözvorkommen in St. Kathrein aufgemacht worden war, sammelte sich ebenfalls ganz mehlfeines Glas im Hangenden des Flözes. Sonach kann man noch nicht aus der Korngröße der Asche auf die Lage des Vulkans schließen. Das Harter Kohlenflöz enthält auch Einlagerungen von Süßwasserkalk mit Helixresten, die den anderen Flözen fehlen, was ebenfalls auf geänderte Sedimentationsbedingungen schließen läßt.

Wie aus den Analysen hervorgeht, ist das Glas wesentlich saurer als der Tuff von Pinggau. Das Lager von Pinggau zeigt verschiedene Grade der Umwandlung. Die wechselnde Menge ihm einsedimentierten Sandes erschwert die Vergleichbarkeit von Analysen. Es gibt verschiedene Theorien für die Entstehung der Bentonite. Daß vulkanische Gläser ein wesentlicher Bestandteil des Ausgangsmaterials sind, darüber ist man einig. Wenn wir in den angeblich marinen Friedberger Schichten reine Montmorillonittone neben Montmorillonit-Kaolin-Tuff, in den Kohlenflözen aber unverändertes Glas antreffen, so wird man den Feststellungen Noll's besondere Bedeutung beilegen, denen zufolge Kaolin unter 400° in sauren, alkalihältigen oder in neutralen, alkalifreien Lösungen gebildet wird, Montmorillonit dagegen in alkalischen, alkalihältigen Lösungen. Sauer sind die Wässer der Torfmoore, aus denen die Kohlenflöze entstanden, sicher gewesen, ebenso sicher ist, daß sie alkaliärmer waren als das Seewasser. Die dem Glas eingelagerten in Pflanzenreste sprechen für Sedimentation in Wasser. Welche Eigenschaften das saure Wasser veranlaßten, das Glas unberührt zu lassen, vermag ich nicht zu sagen.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Mitteilungen sollen darauf hinweisen, daß abseits von Vulkangebieten, wie es das Gleichenberger Eruptivgebiet ist, im Jungtertiär am Alpenostrande ebenso wie im Karpathenvorlande Tuffe und namentlich dazitische Tuffe weit verbreitet sind. Die Tuffe finden sich vor allem im Helvet, sind aber auch schon im Untermiozän anzutreffen. Darin zeigt sich Übereinstimmung mit dem rumänischen und galizischen Karpathenvorland. Es sind mehrere und verschiedene Tuffschichten erkennbar. Sie genauer stratigraphisch einzuordnen und ihre Beziehungen zu Eruptivgebieten zu klären, wäre eine erwünschte, weitere Aufgabe der Forschung. Schon die hier bekanntgegebenen Vorkommen lassen die Feststellung bisher nicht erkannter stratigraphischer Zusammenhänge zu. In Polen und Rumänien wurde gezeigt, daß die circumpannonischen Tuffe auf verschiedene Eruptivgebiete zurückzuführen sind.

Anhangweise sei noch erwähnt, daß die Verfolgung der Tuffe auch wirtschaftliche Bedeutung besitzt. Der Wunsch, Bentonite zu erschließen, war die Veranlassung, den Tuffen am Nordrande der Grazer Bucht nachzugehen. Die Nutzung derselben für die chemische Industrie ist seit einigen Jahren im Gange, jene als Permutit wäre denkbar. Andere Tuffe und Tuffite bieten Möglichkeiten für die keramische Industrie, eventuell auch als Leichtstein im Baugewerbe. Die Verwendung der vulkanischen Gläser in der Glasindustrie wäre weiter zu prüfen. Das scharfkantige, sehr feine Glas der Rhyolithaschen würde auch die Verwendung als Reinigungsmittel zulassen, an Stelle der zur Zeit üblichen Feinvermahlung reiner Quarzsande.

Literatur.

1. Cornelius H. P., Petrographisches über den Glimmerandesit von Aschau, Burgenland. Különlenyomat a Folia Sabariensia 1933. évi (I. évf.) 1. számából.

2. Kamienski Marjan, O tufach wulkanicznych przedgórza Karpat. Archiwum Mineralogiczne Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. Tom XII (1936).

3. Kamienski Marjan, Quelques remarques sur les bentonites en Pologne. Archives de Minéral. de la soc. d. sc. et lettres de Varsovie. Vol XI (1935).

4. Marchet A., Über vulkanische Tuffe in den Braunkohlen vom Seegraben bei Leoben. Tschermak's Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, Bd. 45, Heft 1.

5. Marchet A., Petrographie der vorsarmatischen Ergußgesteine bei Gleichenberg in Oststeiermark. Sitzungsber. d. Akad. Wien, math.-naturw. Kl., *140* (1931), p. 502.

6. Noll W., Bildungsbedingungen von Kaolin, Montmorillonit. Mineralog.-petrograph. Mitteil., Bd. 48 (1936), p. 210.

7. Vendl M., Bentonit (Walkerde). Aus dem Leithakalkstein von Fertörakos unweit Sopron. Különlenyomat a Földtani Közlöny LXVIII. kötet 4—6. füzetéből. 1937.

8. Stutzer O., Vulkanische Aschen als Leitlagen in Kohlenflözen. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 39. Jahrg., 1931, Heft 10, Feiberg (Sa.).

9. Petrascheck W., Neue Erfahrungen und Richtlinien zur Erdölgeologie in den Karpathen. Zeitschr. Petroleum, XVIII. Bd., Nr. 22, 1922.

10. Petrascheck W., Untersuchungen am Alpen- und Karpathenrand. Jahrb. d. Geol. Bundesanst., 1920.

11. Petrascheck W., Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten. Bd. I: Wien, Bd. II: Kattowitz.

12. Petrascheck W., Tertiäre Schichten im liegenden der Kreide des Teschener Hügellandes. Verhandl. d. k. k. Geolog. Reichsanst., 1912.

13. Schwarz Frank, Von Tonen und Bleicherden. Sprechsaal 1938.

14. Winkler A., Die geologischen Aufschließungen beim Bau der Bahnlinie Friedberg—Pinkafeld und der geologische Bau des nordoststeirischen Tertiärbeckens (vorläufige Mitteil.). Verhandl. d. Geolog. Bundesanst., 1927, Nr. 4.

15. Winkler A., Über das Alter der Dazite im Gebiete des Draudurchbruches. Verhandl. d. Geolog. Bundesanst., 1929, Nr. 8.

16. Winkler-Hermaden A., Geologischer Führer durch das Tertiär und Vulkanland des steirischen Beckens. Samml. geolog. Führer, Bd. 36, Berlin 1939.

17. Winkler-Hermaden A., Über zwei interessante Gesteinsvorkommen bei Aschau im Bezirk Oberwart (Felsöör, Burgenland). Különlenyomat a Folia Sabariensia 1933. évi (I. évf.) 1. számából.

18. Winkler-Hermaden A., Die jungtertiären Ablagerungen am Nordostsporn der Zentralalpen und seines Südsaumes. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, 142, Bd., 1933, 1. und 2. Heft.

19. Winkler-Hermaden A., Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich. Blatt Marburg. Geolog. Bundesanst., Wien 1938.

20. Kelterborn P. und Streckeisen A., Pliozäne Andesittuffe am Außenrand der rumänischen Karpathen. Anuarul Institutului Geologic al României, Volumul XIX. 1938.

Tafelerklärung.

Rhyolithaschen des Wechselgebietes.

1. Tauchen bei Pinkafeld, Dünnschliff von leicht verfestigter Asche.
2. Desgleichen, Streupräparat des ausgewaschenen Glases.
3. Hart bei Gloggnitz, Streupräparat der Asche.
4. Ratten in der Waldheimat. Streupräparat der Asche.

Alle Aufnahmen in parallelem Licht und 200facher Vergrößerung.

Fig. 2.

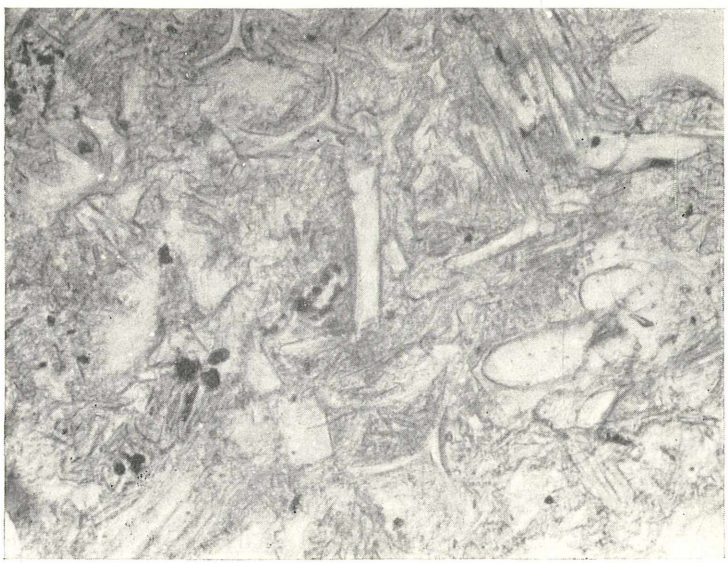

Fig. 1.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

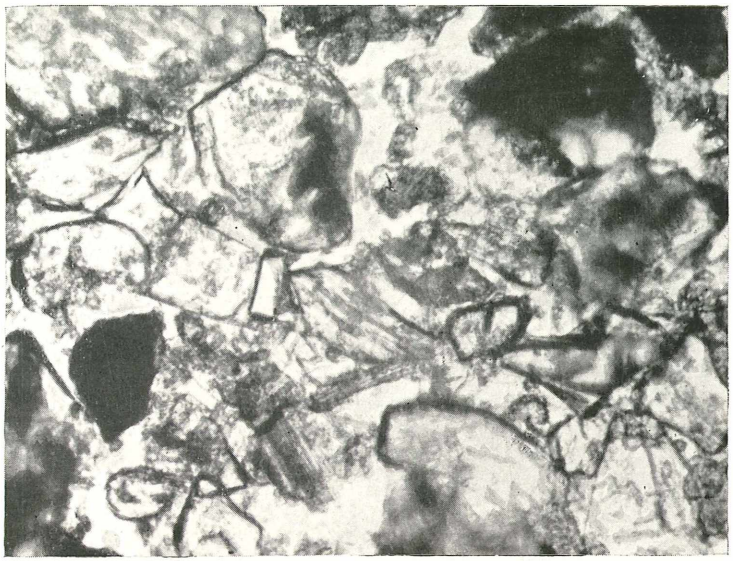

Fig. 4.

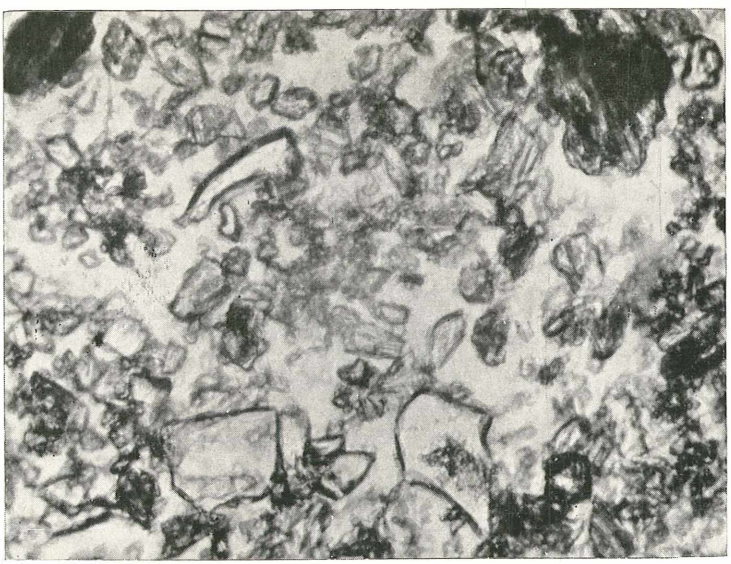

Fig. 3.